

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-153519**  
 (43)Date of publication of application : **13.06.1990**

(51)Int.Cl. **H01L 21/027**  
**G03F 9/00**

(21)Application number : **63-307437**  
 (22)Date of filing : **05.12.1988**

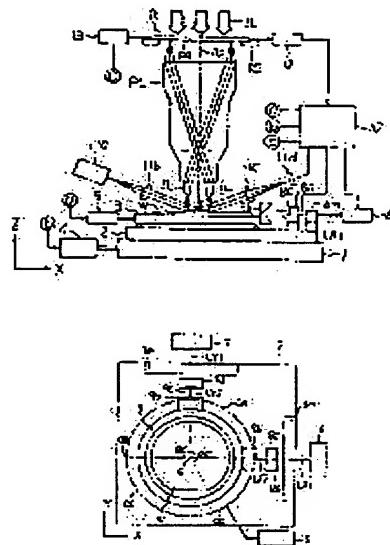
(71)Applicant : **NIKON CORP**  
 (72)Inventor : **HAYASHI YUTAKA**

## (54) ALIGNER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To perform the highly precious exposure by a method wherein the lateral slippages of a wafer out of a wafer stage are detected two-dimensionally as well as the lateral slippages made by the gradient of a leveling stage conforming to the lateral slippage are corrected.

**CONSTITUTION:** An X-Y stage 1 loaded with a wafer W is two-dimensionally shifted on an image making surface IM while the positions in X, Y directions of the stage 1 are detected respectively by laser interferometers 6, 7. The lateral slippages  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  in the X, Y directions of the wafer W out of the stage 1 made by the gradient of a leveling stage 3 capable of slanting the wafer W in an arbitrary direction from the image making surface IM can be detected respectively by the other interferometers 8, 9. A main controller 10 controls the positions of the stage 1 in the X, Y directions detected by the interferometers 6, 7 conforming to the detected lateral slippages  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  through the intermediary of a driving part 4 and then the slippages  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  of the wafer W are corrected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑰ 公開特許公報 (A) 平2-153519

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>  
 H 01 L 21/027  
 G 03 F 9/00

識別記号

庁内整理番号

⑩公開 平成2年(1990)6月13日

H 6906-2H  
 7376-5F H 01 L 21/30 311 N  
 番査請求 未請求 請求項の数 5 (全9頁)

④発明の名称 露光装置

②特 願 昭63-307437  
 ②出 願 昭63(1988)12月5日

③発明者 林 豊 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井  
 製作所内

④出願人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑤代理人 弁理士 渡辺 隆男

明細書

1. 発明の名称

露光装置

2. 特許請求の範囲

(1) 所定の露光基準面に対する感光基板の傾きを検出する傾き検出系を有し、該傾き検出系の検出信号に応じて該感光基板の表面と該露光基準面とを略一致させることによって、マスクに形成されたパターンを該感光基板上に露光する装置において、

前記感光基板を載置して前記露光基準面内で2次元的に移動させるステージと；該ステージの2次元的な位置を検出する位置検出手段と；前記ステージ上に設けられ、前記感光基板を前記露光基準面に対して任意方向に傾斜可能なレベリングステージと；該レベリングステージの傾斜に伴って生じる前記感光基板の前記ステージに対する2次元的なずれ量を検出するずれ検出手段と；前記位置検出手段により検出される前記ステージの位置

を前記検出されたずれ量に応じて制御し、前記マスクと前記感光基板との相対的な位置関係を補正する制御手段とを備えたことを特徴とする露光装置。

(2) 所定の露光基準面に対する感光基板の傾きを検出する傾き検出系を有し、該傾き検出系の検出信号に応じて該感光基板の表面と該露光基準面とを略一致させることによって、マスクに形成されたパターンを該感光基板上に露光する装置において、

前記マスクを保持して略水平な面内で2次元的に移動させるマスク保持手段と；該マスク保持手段の2次元的な位置を検出する位置検出手段と；前記感光基板を載置して前記露光基準面内で2次元的に移動させるステージと；該ステージ上に設けられ、前記感光基板を前記露光基準面に対して任意方向に傾斜可能なレベリングステージと；該レベリングステージの傾斜に伴って生じる前記感光基板の前記ステージに対する2次元的なずれ量を検出するずれ検出手段と；前記位置検出手段に

より検出される前記マスク保持手段の位置を前記検出されたずれ量に応じて制御し、前記マスクと前記感光基板との相対的な位置関係を補正する制御手段とを備えたことを特徴とする露光装置。

(3) 前記制御手段は、前記ずれ検出手段により検出される前記ずれ量と所定の基準値とを比較し、前記ずれ量が該基準値を越える時のみ、前記ずれ量に応じて前記ステージ若しくは前記マスク保持手段の位置を制御することを特徴とする請求項第1項又は第2項記載の露光装置。

(4) 前記制御手段は、前記傾き検出手系の検出信号から前記感光基板のずれ量を予測する手段を有し、該予測手段による予測値と、前記ずれ検出手段により検出されるずれ量とに基づいて、前記ステージ若しくは前記マスク保持手段の位置を制御することを特徴とする請求項第1項乃至第3項記載の露光装置。

(5) 前記予測手段は、前記感光基板の厚さ変動によって生じる前記感光基板のずれ量を予測することを特徴とする請求項第4項記載の露光装置。

の投影レンズは必然的に焦点深度が浅くなるため、所定の露光基準面とウエハ上の任意のショット領域の表面とをショットセンタで正確に一致（焦点合わせ）させても、露光基準面に対してショット領域の一端で傾きが生じていると、露光フィールド内の全面で常に正確な焦点合わせを行うことが困難になる。そこで、例えば本願出願人が先に出願した特開昭58-113706号公報に開示されている傾き検出手系（水平位置検出手系）と、同様に特開昭62-274201号公報に開示されているステージ装置（ウエハステージ）とから成るレベリング機構をステッパーに設け、水平位置検出手系を用いて露光基準面に対するショット領域の傾きを検出する。そして、レベリングステージを任意方向に傾斜させる所定の複数点（例えば、3つの動作点）を駆動し、レベリングステージの傾斜角を制御することによって、ショット領域の表面と露光基準面とを正確に一致させている。尚、ステッパーの初期調整時において上述したウエハステージは、所定のニュートラル状態（例えば、

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体集積回路の製造におけるリソグラフィー工程で用いられる露光装置に関し、特に感光基板を傾斜させて所定の露光基準面、例えば投影光学系によるマスクバターンの投影像面と、感光基板の表面とを正確に一致させるレベリング機構を備えた露光装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

リソグラフィー工程において、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置、所謂ステッパーは中心的役割を担うようになっている。この種のステッパーでは、サブ・ミクロンオーダで形成される半導体素子のバターン線幅に対応して、投影レンズの解像限界を年々高める必要があり、大きい開口数(N.A.)と広い露光フィールドとを同時に満足する要求が高まっている。しかしながら、大きい開口数(N.A.)で広い露光フィールド

動作点がZ方向の移動ストロークの中心にある状態）の時、レベリングステージの複数点によって決定され、傾斜動作の見掛け上の基準点となるレベリングステージの仮想的な回転中心点が、位置検出手用のレーザ干渉計の測長軸（レーザ光束の中心）を含む露光基準面内に位置すると共に、この露光基準面がレベリングステージ上に配置される基準ウエハの表面、及び投影レンズによるマスクバターンの投影像面（結像面）と一致するように調整される。この結果、上述したレベリング機構を用いて1ショット毎にショット領域の表面と露光基準面とを正確に一致させることにより、露光フィールド内で部分的な焦点ずれが生じることなく、高解像にマスク或いはレチカル（以下、レチカルと呼ぶ）の回路バターンがウエハ上に露光される。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、この種のレベリング機構を備えたステッパーにおいて、初期調整時にレベリング

ステージの仮想的な回転中心点が露光基準面等の面内に正確に位置するように調整することは、實際にはレベリングステージの製造精度等の点から困難であり、またその調整には多くの時間を要するという問題点があった。さらに、この回転中心点と露光基準面、即ちウエハ表面との間にZ方向のずれが残留した状態で、例えば角度θだけレベリングステージを傾けてレベリングを行う場合、上記Z方向のずれ量 $\Delta z$ を要因とする横ずれ、所謂サイン誤差 $\Delta S_x$  ( $\Delta S_x = \Delta z \cdot \sin \theta$ ) が生じ、この種のステッパーのウエハステージに要求される位置決め精度 (0.03 μm程度) を満足することができないという問題点があった。また、この横ずれ量を補正するためには1ショット毎にレベリングを行った後、再びレチクルパターンの投影像とウエハ上の回路パターンとのファインアライメントを行わなければならず、スループットが低下してしまうという問題点もあった。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、簡便にしかも高速にレベリングステージの傾斜に

伴うウエハの横ずれを補正でき、スループット等を低下させることなく、高精度に露光を行うことができるレベリング機構を備えた露光装置を得ることを目的としている。

#### (課題を解決する為の手段)

かかる問題点を解決するため本発明においては、投影レンズPLの結像面IM(露光基準面)に対するウエハWの傾きを検出する水平位置検出系11(傾き検出系)を有し、この水平位置検出系11の検出信号に応じてウエハWの表面と結像面IMとを一致させることによって、レチクルRに形成されたパターンを投影レンズPLを通してウエハW上に露光する装置において、ウエハWを設置して結像面IM内で2次元的に移動させるX-Yステージ1(ステージ)と；X-Yステージ1のX、Y方向の位置をそれぞれ検出するレーザ干渉計6、7(位置検出手段)と；X-Yステージ1上に設けられ、ウエハWを結像面IMに対して任意方向に傾斜可能なレベリングステージ3と；レ

ベリングステージ3の傾斜に伴って生じるX-Yステージ1に対するウエハWのX、Y方向への横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ をそれぞれ検出するレーザ干渉計8、9(ずれ検出手段)と；レーザ干渉計8、9によって検出される横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ に基づいて、レーザ干渉計6、7により検出されるX-Yステージ1のX、Y方向の位置を駆動部4を介して制御し、ウエハWの横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ を補正する主制御装置10(制御手段)とを設ける。

#### (作用)

本発明によれば、ウエハステージに対するウエハの2次元的な横ずれ量を検出するずれ検出手段を設け、この横ずれ量に基づいてウエハステージ若しくはレチクルステージの2次元的な位置を制御し、レベリングステージの傾斜に伴うウエハの横ずれを補正する、即ちレチクルとウエハとの相対的な位置関係の補正を行うように構成している。従って、ウエハステージの位置決め精度やスループット等を低下させることなく、簡便にしかも高

速にウエハの横ずれを補正することができ、高精度にレチクルパターンとウエハ上の回路パターンとを重ね合わせて露光することができる。

#### (実施例)

以下、図面を参照して本発明の実施例について詳述する。第1図は本発明の第1実施例によるレベリング機構を備えたステッパーの概略的な構成を示す図、第2図は投影レンズの光軸方向からみたウエハステージの概略的な構成を示す図である。

第1図、第2図において、超高压水銀ランプ、エキシマレーザ光源等の照明光源(不図示)から発生される8線、1線或いは紫外線パルス光等のレジスト層を感光するような波長(露光波長)の照明光Iしは、レチクルRのパターン領域PAを均一な照度で照明する。レチクルRはレチクルステージRS上に真空吸着され、駆動部13は水平面内でレチクルステージRSをX、Y方向に微動して、レチクルRのX、Y方向の位置決めを行う。また、レチクルステージRSのX、Y方向の位置

#### 特開平2-153519 (4)

はレーザ光波干渉測長器（レーザ干渉計）12によって検出される。パターン領域PAを通過した照明光ILは、両側（若しくは片側）テレスコントリックな投影レンズPLに入射し、投影レンズPLはパターン領域PAに形成された回路パターンの投影像を、装置上予め定められた露光基準面、即ち結像面IMに形成する。露光すべきウエハWは、結像面IMに対して任意方向に傾斜可能なレベリングステージ3上に不図示のウエハ・ホルダ（θテーブル）を介して保持される。このレベリングステージ3はZステージ2上に設けられ、さらにZステージ2は駆動部4により結像面IMに沿ってX、Y方向に移動するX-Yステージ1上に設けられている。また、第2図に示すようにレチクルステージRSと同様に、X-Yステージ1のX、Y方向の位置は2組のレーザ干渉計6、7によって検出される。尚、Zステージ2の端部にはこのレーザ干渉計6、7用の平面鏡6m、7mが、それぞれY、X方向に伸びて設けられている。

ここで、レベリングステージ3の構成等について

ては、例えば本願出願人が先に出願した特開昭62-274201号公報等に開示されているので説明は省略するが、レベリングステージ3はZ方向には弾性変形できるがX、Y方向に関しては剛性が高いばね部材を介してZステージ2上に支承されており、レベリングステージ3の3つの動作点、つまりばね部材の変形中心点の各々を互いに独立にZ方向に駆動する手段により、レベリングステージ3を結像面IMに対して任意方向に傾斜させるものである。また、第2図にはレベリングステージ3のウエハ載置中心に関して約120度の角度間隔で配置されると共に、ウエハ載置中心から一定距離の円周CC上に位置する3つのばね部材の変形中心点OA、OB、OCのみを示してある。本実施例ではこの3つの点OA、OB、OCのうち、OAを固定点とし、残り2点OB、OCを駆動点とする2点駆動方式を用い、駆動部5により駆動点OB、OCをZ方向へ駆動し、レベリングステージ3の任意方向への傾斜角を制御するように構成している。尚、ステッパーの初期調

整時において、レベリングステージ3の固定点OA及び駆動点OB、OC、即ち3つのばね部材のX、Y方向に関する剛性のバランスによって決定されるレベリングステージ3の仮想的な回転中心点が、正確に結像面IM（基準ウエハの表面）内に位置するように調整する必要はなく、そのZ方向のずれ量が所定値（例えば、100μm）を越えない程度に粗調整を行っておけば良い。このため、初期調整をある程度簡略化して調整時間を短縮することができる。但し、上下面間の平行度が極めて良好で厚み許容公差の中央値をその厚みとする基準ウエハの表面と結像面IMとは正確に一致するように調整しておく。また、レーザ干渉計6、7及び12の構成等については、例えば本願出願人が先に出願した特開昭62-150721号公報等に開示されているので説明は省略するが、レチクルステージRSの直角ミラー（不図示）或いはX-Yステージ1の平面鏡（6m、7m）と、投影レンズPLの鏡筒に固定された固定鏡とに照射し、この2つの反射光束による干涉構

を光電検出することによって、例えば0.02μmの分解能で2次元的な位置を常時検出するものである。第2図に示すようにレーザ干渉計6、7から照射されるレーザ光束の中心線がX、Y方向の測定軸LX1、LY1であり、レーザ干渉計6、7は測定軸LX1、LY1が互いに点Qで直交し、且つこの点Qを投影レンズPLの光軸AXが通ると共に、2つの測定軸LX1、LY1を含む平面が結像面IMと一致するように配置されている。従って、レーザ干渉計6、7は露光位置（点Q）に対してアベ誤差が零となるように配置されることになり、同様にレーザ干渉計12も光軸AXに対してアベ誤差が零となるように配置される。

また、Zステージ2上にはレベリングステージ3の傾斜に伴って生じるZステージ2（即ちX-Yステージ1）に対するウエハWのX、Y方向への横ずれ量を検出する2組のレーザ干渉計8、9が設けられている。ここで、レーザ干渉計8、9用の直角ミラー8b、9bは、レベリングステージ3の互いに直交する2つの側端面に固定されて

いる。レーザ干渉計 8 はレーザ光源 8 a からの平行なレーザ光束を、直角ミラー 8 b の 2 つの反射面を介してレーザ光源 8 a の一部に設けられた反射鏡 8 c に垂直に照射する。ここで、直角ミラー 8 b の 2 つの反射面の成す角度は正確に 90 度に形成され、所謂コーナーレフレクターが構成される。従って、レーザ光束はレベリングステージ 3 の傾斜に伴う Z 方向への変位による直角ミラー 8 b の微小変位に随わらず、常に反射鏡 8 c に垂直に入射し、元の光路を戻ることになる。この反射鏡 8 c からの戻り光束と、レーザ光源 8 a の内部に設けられた固定鏡からの戻り光束とは同軸に合成され、レーザ光源 8 a 内に設けられたレシーバ（不図示）の受光面には、直角ミラー 8 b の X 方向への移動に伴って明滅する干渉模が生じる。この干渉模の変化を光电検出することによって、X-Y ステージ 1 に対するウエハ W の横ずれ量  $\Delta X$  が検出される。尚、本実施例ではレベリングステージ 3 上にウエハ・ホルダ（θテーブル）を設けることとしたが、逆にウエハ・ホルダ上にレベリング

ステージ 3 を設けても良い。但し、この場合直角ミラー 8 b はウエハ・ホルダ（θテーブル）の回転に伴い、レベリングステージ 3 と一緒に回転するため、直角ミラー 8 b の代わりに、例えば 3 つの反射面を持つ、所謂コーナーキューブ的な機能を有するミラーを用いる必要がある。同様に、レーザ光源 9 a、直角ミラー 9 b 及び反射鏡 9 c から成り、X-Y ステージ 1 に対するウエハ W の Y 方向への横ずれ量  $\Delta Y$  を検出するレーザ干渉計 9 も Z ステージ 2 に設けられている。レーザ干渉計 8, 9 は、測定軸 L X 2, L Y 2 を含む平面がレーザ干渉計 6, 7 の測定軸 L X 1, L Y 1 を含む平面と一致するように構成され、さらに露光位置（点 Q）に対してアッペ誤差が零となるように測定軸 L X 2, L Y 2 が互いに点 Q で直交し、且つこの点 Q を光軸 A X が通るように配置される。従って、レーザ干渉計 6, 7 及び 8, 9 は共に露光位置に対してアッペ誤差が零となるように配置され、さらにそれぞれ 2 本の測定軸を含む平面が基準ウエハの表面及び結像面 I M と正確に一致するように

構成されることとなる。

さて、第 1 図中には非露光波長の照明光を発生する照明光源、微小円形開口を有する絞り、検出領域（照明領域）の形状を任意に設定する視野絞り等から成り、平行光束を光軸 A X に対して斜め方向からレンズ 11 b を介してウエハ W に供給する投光器 11 a と、その反射光束をレンズ 11 c を介して受光する受光器（4 分割受光素子）11 d から成るコリメータ型の水平位置検出系 11 が設けられている。この水平位置検出系 11 の構成等については、例えば本願出願人が先に出願した特開昭 58-113706 号公報等に開示されており、ウエハ W 上の任意のショット領域、例えば既にウエハ W 上に形成されているレチクルバターン（チップ）の結像面 I M に対する傾きを検出するものである。尚、本実施例ではチップの表面と結像面 I M とが一致した時、投光器 11 a からの光束が 4 分割受光素子 11 d の中心位置に集光されるように、予め水平位置検出系 11 のキャリブレーションを行っておくものとする。また、主制

御装置 10 は各種演算値や水平位置検出系 11、レーザ干渉計 6, 7, 8, 9, 12 等からの検出信号に応じて、駆動部 4, 5, 13 に所定の駆動指令を出し、X-Y ステージ 1 或いはレチクルステージ R S の位置やレベリングステージ 3 の傾斜を制御する他、上述した水平位置検出系 11 等を含む装置全体の動作を統括制御する。

次に、本実施例のように構成された装置の動作について説明する。尚、本実施例ではスポット光（シートビーム）を投影レンズ P L を介してウエハマークに照射し、その回折光または散乱光を光电検出する TTL (Through The Lens) 方式のレーザ・ステップ・アライメント (LSA) 系を用い、例えば本願出願人が先に出願した特開昭 61-44429 号公報等に開示されているエンハンスマント・グローバル・アライメント (EGA) を行うものとする。つまり、マトリックス状に形成されたチップのうち、ウエハ W の中心及びその外周付近に位置するチップの座標値を計測し、これらチップの座標値から統計的手法によりチップ配列

を求める。そして、このチップ配列に従ってX-Yステージ1をステッピングさせることにより、レチクルパターンの投影像とチップとを正確に重ね合わせることができるものである。また、上述したようにレベリングステージ3の初期調整を簡略化しているため、その回転中心点とウエハ表面との間にはZ方向のずれ量 $\nu$ が残留している。

第1図において、主制御装置10はまずEGAによりレチクルパターンの投影像とチップとを正確に重ね合わせた後、水平位置検出系11を用いてそのチップの傾斜角 $\Delta\theta$ を検出する。次に、このチップの傾きからレベリングステージ3のX、Y方向への傾斜角 $\Delta\theta$ 、即ちレベリングステージ3の駆動点OB、OCのZ方向への駆動量を算出する。そして、この駆動量に応じた駆動指令を駆動部5に出力することによって、駆動部5を介してレベリングステージ3を傾斜させ、チップの表面と結像面IMとを正確に一致させる。このレベリング終了後、主制御装置10はレーザ干渉計8、9の検出信号を読み込み、上記ずれ量 $\nu$ を主要因

とし、レベリングステージ3の傾斜に伴って生じる傾斜角 $\Delta\theta$ に応じたチップの横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ を検出する。そして、この横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ に基づき、駆動部4を介してX-Yステージ1の位置をレーザ干渉計6、7でモニターしながら制御する。この結果、チップの横ずれが補正され、チップは正確に露光位置(点Q)に設定される。以後、チップ毎に上述と同様の動作を繰り返し行うことによって、ウエハW上の全てのチップでレベリングステージ3の傾斜に伴う横ずれが簡単に補正され、ウエハステージの位置決め精度の低下等を防止できると共に、高精度のレチクルパターンの投影像とチップとの重ね合わせが可能となる。尚、本実施例ではウエハWの横ずれによるレチクルパターンの投影像とチップとの相対的な位置ずれの補正について述べたが、本発明によるレベリング機構はこの相対的な位置ずれだけでなく、所定の基準点に対するウエハWの横ずれを補正することができる。例えば、オフ・アクシス方式のアライメント系を用いてアライメントや各種計測等

を行う際にも、アライメント系のマーク検出位置(基準点)に対するレベリングステージ3の傾斜に伴うウエハWの横ずれを簡単に補正することができる。また、第1図中に示したように上記横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ と、投影レンズPLの投影倍率とに基づいて、レーザ干渉計12でモニターしながら、駆動部13を介してレチクルステージRSの位置を制御する構成すれば、X-Yステージ1と比較して軽量のレチクルステージRSの位置を制御するため、一層レチクルパターンの投影像とチップとの相対的な位置ずれを補正し易くなる。さらに、チップ毎にその横ずれを補正する必要はなく、レーザ干渉計8、9によって検出される横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ が所定値、例えばレーザ干渉計5、7の分解能(0.02μm)を越えるチップのみ、横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ に応じてX-Yステージ1或いはレチクルステージRSの位置を制御し、そのチップの横ずれを補正するようなシーケンスをとれば、ステッパーの露光動作をより高速化することが可能となる。

ここで、本実施例ではレーザ干渉計8、9の測定軸LX2、LY2を含む平面が基準ウエハ等の表面と一致するようにレベリングステージ3を調整し、レーザ干渉計8、9を用いてレベリングステージ3の回転中心点とウエハWの表面、正確に言えば基準ウエハの表面とのZ方向のずれ量 $\nu$ を要因とする横ずれ量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ を検出している。しかし、実際には製造公差によるウエハWの厚さ変動の増大や製造誤差等によって、ウエハWとウエハ・ホールドとの厚さ、つまりレベリングステージ3より上の部分の厚さが変動し、基準ウエハの表面とウエハW(即ち、チップ)との間にZ方向のずれ量(以下、厚さむらと呼ぶ)が生じ得る。そこで、初期調整時に基準ウエハの表面と結像面IMとを一致させた時、Zステージ2の高さ位置(初期位置)を記憶しておく。そして、例えば特開昭60-168112号公報に開示されている斜入射方式の焦点検出手段によりチップの焦点合わせを行った際、Zステージ2に設けられているポテンショメータ(不図示)等を用い、Zステー

ジ 2 の初期位置に対するずれ量、即ち厚さむらによる検出する。主制御装置 10 はレーザ干渉計 8, 9 により検出される横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  以外に、この厚さむらとレベリングステージ 3 の傾斜角  $\Delta \theta$  とから厚さむらによる横ずれ量を予測する。次に、この予測した横ずれ量と上記横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  とに基づいて、X-Yステージ 1 若しくはレチクルステージ RS の位置を制御すれば、厚さむらによる横ずれ量まで補正することができ、より高精度の横ずれ補正を行うことが可能となる。尚、予め上記ずれ量  $\nu$  を求めておけば、このずれ量  $\nu$  と厚さむらとレベリングステージ 3 の傾斜角  $\Delta \theta$  から、チップのトータルの横ずれ量を予測することが可能となる。また、本実施例ではレベリングステージ 3 の回転中心点とチップセンタとの距離  $\delta$  を要因とする横ずれ、所謂コサイン誤差  $\Delta Ce$  ( $\Delta Ce = \delta \cdot (1 - \cos \theta)$ ) は微小 (千分の一  $\mu m$  程度) であるため、特にコサイン誤差について述べていなかった。しかし、予め入力されているウエハ W の配列マップ或いは EGA により求

まるチップ配列、即ちこの位置情報から求められるレベリングステージ 3 の回転中心点とチップセンタとの距離  $\delta$  と、レベリングステージ 3 の傾斜角  $\Delta \theta$  とに基づいてチップの横ずれ量を予測し、同様にこの予測値と横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  とに基づいて、X-Yステージ 1 若しくはレチクルステージ RS の位置を制御すれば、簡単にコサイン誤差も補正することができる。

以上の通り、本発明による一実施例ではレベリングステージ 3 の傾斜に伴うチップの横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  に応じて、X-Yステージ 1 或いはレチクルステージ RS の位置を制御し、そのチップの横ずれを補正していたが、本発明による横ずれの補正方法は上記方法に限られるものではない。例えば、上述した投影レンズ PL の代わりに、複数のレンズ素子のうち、少なくとも一部のレンズ素子の位置が可変に構成される投影光学系、具体的には投影レンズ本体と、その投影レンズとレチクル R との間に配置されるフィールドレンズとから成り、その光学特性が投影レンズ PL と等しい投

影光学系を用い、フィールドレンズの移動による光軸の変化（像シフト）を利用して、横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  に応じてフィールドレンズの位置を移動させることによりチップの横ずれを補正しても良い。或いは、レチクル R と投影レンズ PL との間に光軸 A-X と垂直に交わるように平行平板ガラスを設け、横ずれ量  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  に応じてその平行平板ガラスの傾斜角を変化させることによりチップの横ずれを補正しても良い。

また、上述した実施例では 1 ショット毎にレベリングを行う、所謂イーチレベリングについて述べたが、例えばウエハ W の中心及びその外周付近に位置する複数のチップの傾きを検出し、各チップ位置での傾きに重み付けをして求めたウエハ全面の平均的な傾斜角に基づいて、露光前に 1 回だけレベリングステージ 3 を傾ける、所謂グローバル・レベリング、或いはウエハ W にマトリックス状に形成された複数のチップをいくつかのブロックに分け、ブロック毎に上述と同様の動作で求めたブロック内での平均的な傾斜角に基づいて、角

ブロック内の露光前に 1 回だけレベリングステージ 3 を傾ける、所謂ブロック・レベリング等を行う場合でも、上述と同様の効果を得ることができる。さらに、上述した実施例では 2 点駆動方式を用いていたが、動作点 O-A, O-B, O-C をいずれも駆動点とする 3 点駆動方式を用いても同様の効果を得ることができる。この 3 点駆動方式によれば、2 点駆動方式と比べて Z 方向への 3 つの駆動点の駆動量、即ちレベリングステージ 3 に用いられている板ばねの弾性変形量を小さくすることができ、板ばねの弾性変形の絶対量から考えてレベリングステージ 3 の傾斜制御の上で有利となると共に、その制御時間を短縮することもできる。さらに、この 3 点駆動方式では動作点 O-A, O-B, O-C を同量ずつ Z 方向へ移動させることによって、ウエハ表面を平行に Z 方向に移動することができ、Z ステージ 2 を別個に設ける必要はなくなる。このような兼用型ステージを用いる場合でも、レーザ干渉計 8, 9 を適用して同様の効果を得ることができる。また、レーザ干渉計 8, 9 用の反射鏡

8c、9cをレーザ光源8a、9aと一緒に設ける代わりに、例えばレーザ干渉計6、7用の平面鏡6m、7mの裏面、即ちレーザ光束LX1、LY1の反射面と反対側の面の一部を精度良く仕上げ、この面を反射鏡8c、9cの代わりに用いても良い。このように構成すれば、仮にステッピング中にレーザ干渉計6、7用の平面鏡6m、7mが微動し、レーザ干渉計6、7によってX-Yステージ1が所定位置からはずれて位置決めされても、この時レーザ干渉計8、9によって検出される横ずれ量（即ち、X-Yステージ1の位置ずれ量）を用いて、X-Yステージ1或いはレチクルステージRS等の位置を制御することにより、簡単に平面鏡6m、7mの微動によるX-Yステージ1の位置決め誤差を補正することができる。また、レベリングステージ3はほとんど微小回転しないので、特にアッペ誤差が零となるようにレーザ干渉計8、9を配置する必要はなく、X、Y方向への横ずれ量を検出できるようにZステージ2上のスペース等に応じて配置すれば良い。また、それ

検出手段はレーザ干渉計に限定されるものではなく、X-Yステージ1に対するウエハWのX、Y方向への横ずれ量を検出できる装置、例えば光学式、静電式のギャップセンサ等であれば良い。尚、本実施例においては投影型の露光装置（ステッパー）について述べたが、プロキシミティ方式の露光装置、X線露光装置等でも同様の効果を得ることができる。

#### (発明の効果)

以上のように本発明によれば、露光基準面内で2次元的に移動可能なウエハステージに対する感光基板の移動量（横ずれ量）を検出するずれ検出手段を設け、この横ずれ量に応じてウエハステージ或いはレチクルステージの位置を制御し、レベリングステージの傾斜に伴う感光基板の横ずれを補正している。従って、レベリングステージの調整を厳密に行う必要がなく、露光装置の初期調整に要する時間を短縮することができると共に、レベリング後にファインアライメント等を行うこと

なく、簡便にしかも高速に横ずれを補正することができる。また、ずれ検出手段により検出される横ずれ量が所定値を超える場合のみ、その横ずれを補正するようなシーケンスを用いることによって、露光装置の露光動作をより高速化することが可能となる。さらに、感光基板の厚さ変動等による感光基板の横ずれ量やコサイン誤差等を予測する手段を設け、この予測手段をずれ検出手段と共に働させて横ずれを補正するように構成することによって、より精度良く感光基板の横ずれを補正することができる。また、ずれ検出手段はレベリングステージの傾斜に伴う横ずれだけでなく、例えばウエハステージをステッピングさせる際の加速度等による感光基板（又はレベリングステージ）の横ずれ量を検出し、その横ずれも簡単に補正することができる。さらに、ずれ検出手段（レーザ干渉計）用の固定鏡として、ウエハステージの位置を検出するレーザ干渉計用の平面鏡の裏面を用いるように構成することによって、ウエハステージのステッピングに伴う平面鏡の微動により生じ

るウエハステージの位置決め誤差も簡単に補正することができる。この結果、簡便にしかも高速にウエハステージに対する感光基板の横ずれを補正し、スループット等を低下させることなく高精度に露光を行うことができるレベリング機構を備えた露光装置を実現し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

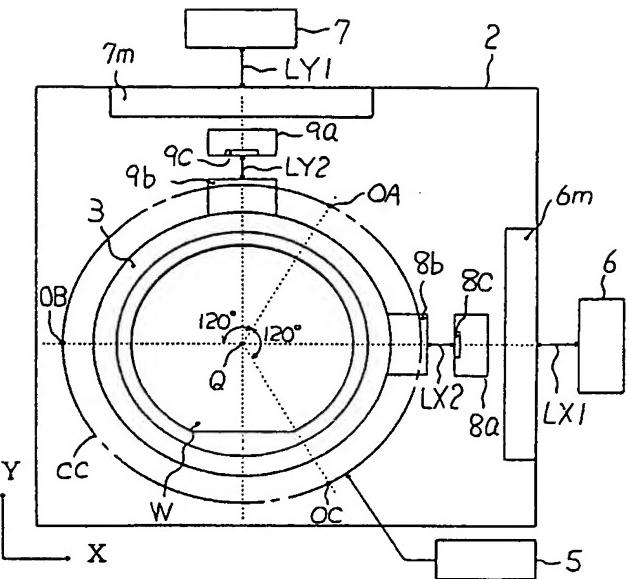
第1図は本発明の第1、第2実施例によるレベリング機構を備えたステッパーの概略的な構成を示す平面図、第2図は投影レンズの光軸方向からみたウエハステージの概略的な構成を示す平面図である。

#### (主要部分の符号の説明)

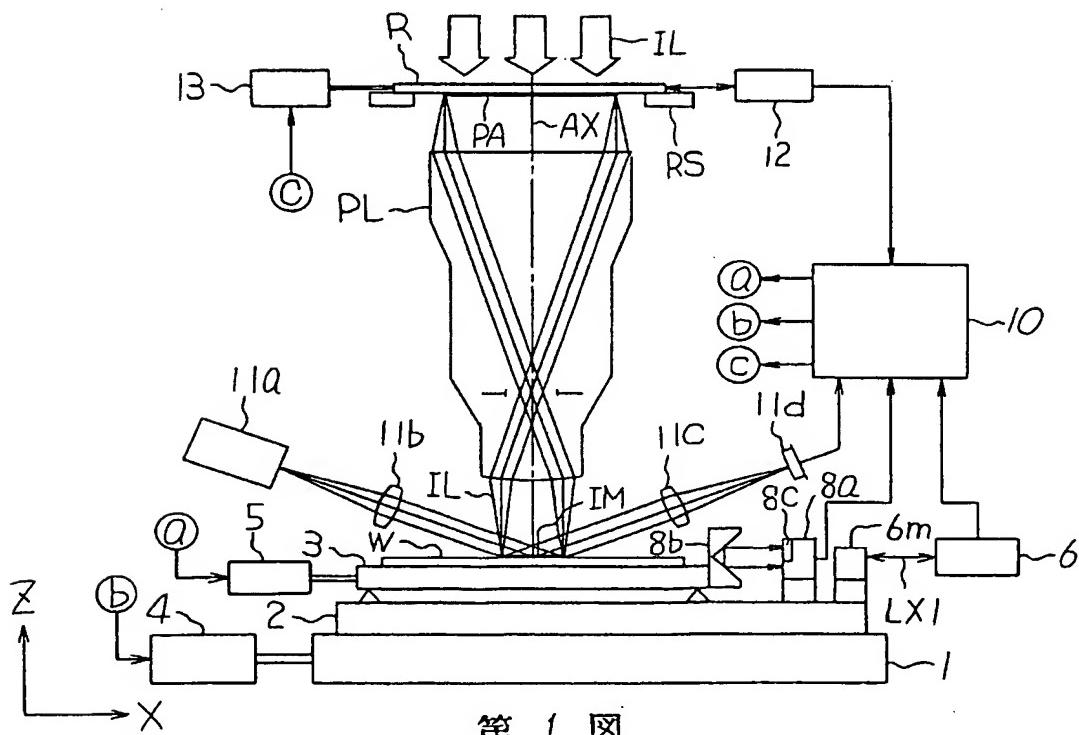
1…X-Yステージ、2…Zステージ、3…レベリングステージ、4…X-Yステージ駆動部、5…レベリングステージ駆動部、6、7、12…位置検出手段（レーザ干渉計）、8、9…ずれ検出手段（レーザ干渉計）、10…主制御装置、11…

I a ~ I 1 d … 水平位置検出系、I 3 … レチクル  
 ステージ駆動部、R … レチクル、R S … レチクル  
 ステージ、P A … パターン領域、P L … 投影レン  
 ズ、I M … 結像面、A X … 光軸、I L … 照明光、  
 W … ウエハ。

出願人 株式会社 ニコン  
 代理人 弁理士 渡辺 隆男



第2図



第1図